

PARTIAL TRANSLATION OF JAPANESE UNEXAMINED PATENT

PUBLICATION NO. 03-080537

Title of the Invention: Substrate Rotation Type Surface  
Treating Equipment

Publication Date: April 4, 1991

Patent Application No. 02-111524

Filing Date: April 25, 1990

Applicant: Dainippon Screen Mfg Co., Ltd.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION (EXCERPT)

Diluted gas for treating a substrate is supplied into a chamber 8 from a inclined gas flowing inlet 20, via a treating gas supplying tube 16. Since the gas flowing inlet 20 is inclined with respect to the radial direction, the gas for treating a substrate in the chamber 8 rotates so as to swirl as shown Fig. 3. The flowing-out pressure of the gas, for treating a substrate, which flows out from small holes 22 of a multi-hole plate 23 becomes high in accordance with the distance further from the rotation center of the substrate W. As the result, the supply amount of the gas for treating a substrate per unit area on the substrate W surface becomes uniform, and the treatment becomes uniform also in the radial direction.

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/304識別記号  
3 4 1 N庁内整理番号  
8831-5F

⑬ 公開 平成3年(1991)4月5日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全14頁)

⑭ 発明の名称 基板回転式表面処理装置

⑯ 特 願 平2-111524

⑰ 出 願 平2(1990)4月25日

優先権主張 ⑱ 平1(1989)5月6日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平1-113923

㉑ 発 明 者 田 中 眞 人 滋賀県彦根市高宮町480番地の1 大日本スクリーン製造  
株式会社彦根地区事業所内㉒ 発 明 者 新 原 薫 滋賀県彦根市高宮町480番地の1 大日本スクリーン製造  
株式会社彦根地区事業所内㉓ 出 願 人 大日本スクリーン製造 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番  
地 株式会 社の1

㉔ 代 理 人 弁理士 杉 谷 勉

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

基板回転式表面処理装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 基板を回転させながら基板表面に基板処理用ガスを供給する基板回転式表面処理装置において、回転する基板の近くで基板を覆うように整流板を配置し、

その整流板に形成したガス流出口からの基板処理用ガスの流出圧を、基板の回転中心から離れる側ほど高くなるように構成したことを特徴とする基板回転式表面処理装置。

## 3. 発明の詳細な説明

&lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は、半導体ウエハ等の基板を回転させながら、基板のエッチング、洗浄等の表面処理用のガスや、成膜用のガスなどの基板処理用ガスを基板表面に供給する基板回転式表面処理装置に係り、特に、基板表面処理の均一性を高めるための技術に関する。

## &lt;従来の技術&gt;

基板表面処理用のノズルとして、水平回転する基板と対向させて流れガイドを配し、その流れガイドの中心(基板の回転中心)から処理用の流体を供給し、基板と流れガイドとの間の狭い空間を流体で満たすことにより、基板に汚染物が付着することを防止するようにしたものがある(例えば、特開昭61-40032号公報参照)。

第11図の(a)は、そのようなノズルを用いて、基板表面のシリコン熱酸化膜のエッチング処理の状況を調べたときの様子を示す。ノズル51は、中心にガス噴出口52を有する円板状の流れガイド53をもって構成されている。このノズル51を、図示しないモータによって水平回転されるメカニカルチャック54に保持された基板Wの上方近傍に対向させている。流れガイド53におけるガス噴出口52は基板Wの回転中心Oと一致している。

ガス噴出口52からフッ化水素ガスHFと純水H<sub>2</sub>Oとの水蒸気からなるエッチング用の混合蒸気を基板Wの表面に向けて噴出供給し、流れガイド53

と基板Wとの間の狭い空間に混合蒸気を流して、回転中の基板Wの表面のシリコン熱酸化膜(SiO<sub>2</sub>)をエッチングし、そのエッチングの状況を調べた。

また、第12図の(a)に示すようなノズル61も従来から知られている(例えば、特開昭63-266825号公報参照)。これは、基板表面の有膜物を除去するためのもので、流れガイド62の中心に対して偏心した箇所にガス噴出口63を設け、メカニカルチャック54に保持された基板Wの上方から、その基板Wの表面に混合蒸気を供給するように構成している。

#### <発明が解決しようとする課題>

第11図(a)のノズル51を用いてエッチングした結果を第11図の(b)に示す。ここで、Oは基板Wの回転中心を、Aはガス噴出口52の位置を示す。

図から明らかなように、シリコン熱酸化膜55のエッチングの状況は、第11図(a)のノズル51の場合、ガス噴出口52の直下に位置する基板Wの

中心部が深く、周辺部に近づくにつれて次第に浅くなっており、基板全面にわたる均一な処理が行えないことが判った。

第12図(a)のノズル61は、第11図(b)のエッチングの最も深い位置と最も浅い位置との丁度中間にガス噴出口63を位置させれば、エッチング深さが均されるであろうと予想して使用した。しかし、得られたシリコン酸化膜64のエッチング状況は、第12図の(b)に示すように、ガス噴出口63の直下位置でのエッチングが深く、そこから中心部および外周部に近づくにつれて次第に浅くなり、やはり基板全面にわたる均一な処理が困難であることが判った。

上記のようなノズルに代えて、基板に対向する多孔板を有するチャンバーを用い、チャンバーに流入した混合蒸気が(メカニカルチャックの停止状態で)均等に流出するように、チャンバーおよび多孔板の構造を工夫した場合においても、エッチング処理が不均一になることも判った。その原因は、基板Wの回転によって生じる気流のために

均等な流出が阻害されている点にあると思われる。

なお、処理の不均一さは、エッチングに限らず、洗浄あるいは成膜においても生じる問題である。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、基板表面をその全面にわたって均一に処理できる基板回転式表面処理装置を提供することを目的とする。

#### <課題を解決するための手段>

本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、本発明の基板回転式表面処理装置は、基板を回転させながら基板表面に基板処理用ガスを供給する基板回転式表面処理装置において、回転する基板の近くで基板を覆うように整流板を配置し、整流板に形成したガス流出口からの基板処理用ガスの流出圧を、基板の回転中心から離れる側ほど高くなるように構成したことを特徴とするものである。

#### <作用>

ば、基板の近くで、基板を覆うように配置した整流板に形成したガス流出口から基板処理用ガスを供給するので、基板と整流板との間の空間は基板処理用ガスで満たされる。

基板を回転すると、基板表面の基板処理用ガスは、基板との接触により回転し、遠心力のために基板の回転中心から離れる外方側ほど、気圧が高くなる。

しかし、整流板に形成したガス流出口からの基板処理用ガスの流出圧力は、基板の回転中心から離れる外方側ほど高くしたから、基板表面においては、気圧が高い回転の外方ほど、それに対抗するように、高い流出圧力で基板処理用ガスが供給される。したがって、回転中心から半径方向のどの位置であろうと、基板処理用ガスの流出圧力が基板表面の気圧に対する圧力差は、均一となり、基板表面への単位面積当りの基板処理用ガスの供給量は均一となり、半径方向に関しても処理が均一である。

基板表面への単位面積当りの基板処理用ガスの供給量を均一となるようにしたことから、回転することによって達成される円周方向における処理の均一性向上と、半径方向における処理の均一性向上との相乗効果によって、基板表面に対して、均一に表面処理をすることができる。

#### <実施例>

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

#### 第1実施例

第1図は、第1実施例の基板回転式表面処理装置の断面図である。

有底筒状の基板処理室1の内部に、半導体ウエハ等の基板Wを保持するメカニカルチャック2が設けられている。メカニカルチャック2の回転軸3は、基板処理室1の底板にシール機能を有する軸受4を介して軸支され、その回転軸3の端部がモータ5に結合され、メカニカルチャック2に保持した基板Wを鉛直軸芯周りで水平回転するように構成されている。

混合蒸気供給チューブ13、キャリアガス供給チューブ14は、それぞれテーバー形状の周壁部7を買通して、図示しない混合蒸気供給源、窒素ガス供給源に接続されている。混合蒸気供給チューブ13、アスピレータ15および処理ガス供給チューブ16を恒温湯槽10内に挿入してあるのは、混合蒸気の液化を防止するためである。この意味で、恒温湯槽10の外壁部においても、混合蒸気供給チューブ13は、その供給源に至るまでの全長にわたって温風が行われる。

混合蒸気供給チューブ13およびキャリアガス供給チューブ14が恒温湯槽10内で曲げられているのは、恒温湯槽10内での流路を長くして温水との熱交換の接触面積をできるだけ大きくし、混合蒸気およびキャリアガスN<sub>2</sub>の温度を安定化させるためである。

第2図は、チャンバー8の具体構造を示す半断面の斜視図であり、右側端部は半径方向に対して斜めに切除してある。第3図は、多孔板23を取り

基板処理室1の上方開口を覆うカップ状の蓋体6は、テーバー形状の周壁部7と、その底部に水密状態で一体化されたチャンパー8と、上部に水密状態で一体化された天板9とから構成されている。蓋体6の内部は恒温湯槽10となっており、恒温湯槽10に一定温度の温水を常時的に滞留させておくための温水供給チューブ11および温水排出チューブ12がテーバー形状の周壁部7に取り付けられている。

恒温湯槽10の内部には、基板Wの表面をエッチングするためのフッ化水素ガスHFと純水H<sub>2</sub>Oとの混合蒸気（基板処理用ガス）を供給する混合蒸気供給チューブ13と、キャリアガスとしての窒素ガスN<sub>2</sub>を供給するキャリアガス供給チューブ14と、キャリアガスN<sub>2</sub>の流動に伴って生じる負圧によって混合蒸気を吸引し、混合蒸気をキャリアガスN<sub>2</sub>で希釈するアスピレータ15と、アスピレータ15で希釈された基板処理用ガスをチャンパー8内に供給する処理ガス供給チューブ16とが設けられている。

図である。

チャンパー8は、天板部17と周壁部18とを一体化したものであり、天板部17に前述したアスピレータ15が設置固定されている。天板部17の周辺部において、天板部17から周壁部18にかけて形成された接続口に処理ガス供給チューブ16のコネクタ19が気密的に螺合されている。このコネクタ19に連通する状態で、周壁部18に、チャンパー8の径方向に対して適当な角度（例えば30°）で傾斜したガス流入口20がチャンパー8の内部に連通する状態で形成されている。21はガス流入口20の外側部分を外部に対して遮断する栓である。

周壁部18の下面内側に形成された段部に多孔板23が嵌合され、リング状の当て板24とボルト25とによって多孔板23がチャンパー8に連設されている。多孔板23には、直径が1〜2mm程度の多数の小孔22が小ピッチで基盤目状に形成されている。なお、多孔板23が発明の構成にいう整流板に相当し、かつ、小孔22が発明の構成にいうガス流出口

コネクタ19と90°離れ、互いに180°隔てた位置において、チャンバー8に一对の支持板26が取り付けられている。蓋体6におけるテーパ形状の周壁部7は、チャンバー8の周壁部18の外周面に水密接合され、前記の支持板26はテーパ形状の周壁部7を水密的に貫通し外側に突出している。

なお、第1図においては、90°隔たっているガス流入口20と支持板26とを便宜上、同一面内で図示している。

チャンバー8に対するガス流入口20を径方向に対して傾斜した状態に形成してあるから、チャンバー8内では第3図に示すように基板処理用ガスは渦を巻くようにして回転し、チャンバー8内の中央よりも周壁部18側ほど、基板処理用ガスの気圧が高くなる。したがって、多孔板23の小孔22から流出する基板処理用ガスの流出圧は、基板Wの回転中心よりも、それから離れる外方側ほど高くなる。したがって、基板Wの回転停止状態においては、多孔板23の小孔22における単位開口面積当りの基板処理用ガスの流出流量は、周辺部の小孔

22ほど多く、中心部の小孔22ほど少なくなる。しかし、基板Wの回転時には、基板Wの回転中心から離れる外方側ほど基板処理用ガスの流出圧を高くしたことによって、後述するように、基板Wにおける単位面積当りの基板処理用ガスの供給量は均一になる。

カップ状の蓋体6は、上下動自在に構成され、下降によって基板処理室1の上縁のパッキング27に当接し、基板処理室1内を気密化する。蓋体6を上下動する機構として、前記の一对の支持板26に昇降用エアシリンダ28のピストンロッドが連結されている。

以上説明した基板処理室1、カップ状の蓋体6等からなる主処理部29は、ハウジング30によって覆われ、二重室構造となっている。メカニカルチャック2の高さ位置に相当する箇所において、ハウジング30に基板搬入口31aと基板搬出口31bとが形成され、上下スライドによって搬入口31a、搬出口31bを開閉するラック付きのシャック32a、32bと、各シャック32a、32bのラックに噛合す

るピニオンギア33a、33bと、各ピニオンギア33a、33bを駆動するモータ（図示せず）とが設けられている。なお、シャック32a、32bのラックもピニオンギア33a、33bの歯部も図示を省略してある。

ハウジング30の外側において、基板Wを吸着保持した状態で搬入口31aを通して基板Wをハウジング30内に搬入するとともに、蓋体6が上昇して基板処理室1が開放されている状態において基板Wをメカニカルチャック2に移載する屈伸アーム式の基板搬入機構34aと、搬出口31bを通してハウジング30から外部に基板Wを搬出する同様な構造の基板搬出機構34bとが設けられている。これらの基板搬入機構34a、基板搬出機構34bの構造については、例えば実開昭60-176548号公報に開示されている。

35は基板処理室1の排気チューブ、36はハウジング30の排気チューブである。

次に、上記のように構成された基板回転式表面

温水供給チューブ11から一定温度の温水を供給し、熱交換によって冷却される温水を温水排出チューブ12から排出することにより、恒温湯槽10内の温度を一定に維持しておく。

ピニオンギア33aを駆動してシャック32aを下降させ基板搬入口31aを開く。他方の基板搬出口31bはシャック32bにより閉塞されている。次に、昇降用エアシリンダ28を伸長させて蓋体6を上昇させ、蓋体6とメカニカルチャック2との間に基板搬入機構34aが進入し得る空間を確保する。そして、基板搬入機構34aに基板Wを搬入するとともに真空吸引によって基板Wを保持させ、基板搬入機構34aを伸長駆動することにより基板Wを搬入口31aからハウジング30内に搬入し、メカニカルチャック2に移載した後、基板搬入機構34aを屈折動作させて搬入口31aから退避させ、シャック32aを上昇して搬入口31aを閉塞する。

昇降用エアシリンダ28を収縮させて蓋体6を下降させ、基板処理室1のパッキング27に圧接して

駆動することにより、メカニカルチャック2とともに基板Wを回転させる。そして、キャリアガス供給チューブ14を介してアスピレータ15にキャリアガスN<sub>2</sub>を送入することにより、負圧を発生させて、混合蒸気供給チューブ13を介してフッ化水素ガスHFと純水H<sub>2</sub>Oとの混合蒸気をアスピレータ15に吸引し、キャリアガスN<sub>2</sub>と混合して希釈する。その希釈された基板処理用ガスを処理ガス供給チューブ16を介して傾斜したガス流入口20からチャンバー8内に供給する。

基板処理用ガスは、チャンバー8内において渦流となり、基板Wの回転中心から離れる外方側ほど基板処理用ガスの流出圧が高くなる。しかし、基板Wの回転時には、後述するように、基板Wにおける単位面積当りの基板処理用ガスの供給量は均一になり、基板処理用ガスが均一に基板Wへ供給され、基板Wのシリコン熱酸化膜をエッチングする。このエッチングの詳細な動作は後述する。

所要のエッチングが終了すると、キャリアガス

N<sub>2</sub>および混合蒸気の供給を停止するとともにモータ5を停止し、昇降用エアシリンダ28を伸長させて蓋体6を上昇させ、基板処理室1を開放する。ピニオンギア33bを駆動してシャック32bを開き、基板搬出機構34bを伸長動作させて基板Wを受け取り、屈折動作により搬出口31bを通して基板Wを外部に搬出する。そして、シャック32bを上昇して搬出口31bを閉塞する。

次に、エッチングの際に基板処理用ガスがどのような流出流量のもとで基板Wに供給されるかを説明する。

ガス流入口20が径方向に対して傾斜しているため、チャンバー8内で基板処理用ガスが渦を巻くようにして回転し、チャンバー8内の中央よりも周壁部18側ほど、基板処理用ガスの気圧が高くなる。したがって、多孔板23の小孔22から流出する基板処理用ガスの流出圧は、基板Wの回転中心から離れる外方側の小孔22ほど、高くなる。

ところが、基板Wが回転していると、基板表面における基板処理用ガスは、基板Wとの接触によ

って基板Wに連れて回転して、遠心力のために基板Wの回転中心から離れる外方側ほど、気圧が高い状態にある。

したがって、基板Wの回転中心から離れる外方側ほど、すなわち、気圧が高い側ほど、高い流出圧で基板処理用ガスが供給されるので、回転中心から半径方向のどの位置であろうと、基板処理用ガスの流出圧力が基板表面の気圧に対する差圧は均一となり、その結果、基板Wの表面における単位面積当りの基板処理用ガスの供給量が均一となり、半径方向に関しても処理が均一となる。

なお、回転の半径方向に関する基板表面における基板処理用ガスの気圧分布と、多孔板23の小孔22から流出する基板処理用ガスの流出圧の分布とが、なるべく一致するのが望ましく、そのためには以下のようにすればよい。

まず、基板処理室1の内周壁面とメカニカルチャック2とが近接していて、基板Wの回転に伴って発生した水平方向の気流Fが基板処理室1の内

壁面側について説明する。

例えば、回転速度でコントロールする場合、回転速度が低速V<sub>1</sub>のときは、第4図の(a)に示すように、回転に伴って生じる、基板Wの回転中心から離れる外方側ほど高くなった圧力に、基板処理室1の内周壁面での跳ね返りによって付加される圧力を加えた合計圧力に対して、小孔22群から流出する基板処理用ガスの流出圧が有する圧力差は、外周ほど大きく、チャンバー8から供給されてくる基板処理用ガスの単位面積当りの流量は、最外周の流量をQ<sub>1</sub>、以下内側にかけてQ<sub>2</sub>、Q<sub>3</sub>、中心部の流量をQ<sub>4</sub>とすると、Q<sub>1</sub> > Q<sub>2</sub> > Q<sub>3</sub> > Q<sub>4</sub>となり、小孔22群からの流出流量の分布は周辺部が大で中心部が小となる。その結果、シリコン熱酸化膜のエッチングのプロファイルは山状となる。なお、基板Wの回転に伴って発生した水平方向の気流Fは、低速V<sub>1</sub>では強くないので、基板処理用ガスの流れの影響を強く受け、基板処理室1の内壁面で跳ね返ってからは下方へ流

また、回転速度が高速 $V_H$ のときは、第4図の(c)に示すように、基板表面の基板処理用ガスに作用する遠心力が強く、そのため、周辺部で基板処理用ガスの気圧が高くなることに加えて、更に、上昇気流 $F_U$ も強いので、それらの圧力に対して、小孔22群から流出する基板処理用ガスの流出圧が有する圧力差は、外周ほど小さく、チャンバー8から供給されてくる基板処理用ガスの単位面積当りの流量は、 $Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4$ となり、小孔22群からの流出流量の分布は周辺部が小で中心部が大となる。その結果、エッチングのプロファイルは谷状となる。

そして、回転速度が最速速度 $V_M$ となったときは、第4図の(b)に示すように、小孔22群から流出する基板処理用ガスの流出圧と、上述した基板W側の合計圧力との差圧が、半径方向のどこでも均一となり、チャンバー8から供給されてくる基板処理用ガスの単位面積当りの流量は、 $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$ となり、すべての小孔22の流出流量が等しくなる。これにより、基板Wの表面に

ガスの流出圧(破線L2で示す)が、基板Wの表面側の気圧に対して有している圧力差は、二点鎖線L3で示すように、周辺部側ほど大きく、供給されてくる基板処理用ガスの単位面積当りの量は、基板Wの最外周の量を $Q_1$ 、以下内側にかけて $Q_2$ 、 $Q_3$ 、中心部の量を $Q_4$ 、とすると、 $Q_1 > Q_2 > Q_3 > Q_4$ となり、その結果、シリコン熱酸化膜のエッチングのプロファイルは山状となる。

また、回転速度が高速 $V_H$ のときは、第5図の(c)に示すように、基板表面の基板処理用ガスに作用する遠心力が強いので、一点鎖線L1で示すように、周辺部では基板処理用ガスの気圧が高くなる。そのため、小孔22から供給される基板処理用ガスの流出圧(破線L2で示す)が基板Wの表面側の気圧に対して有している圧力差は、二点鎖線L3で示すように、周辺部側ほど小さくなり、供給されてくる基板処理用ガスの単位面積当りの量は、 $Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4$ となり、その結果、エッチングのプロファイルは谷状となる。

対し、シリコン熱酸化膜に対するエッチング処理を全面にわたって均一に行うことができ、そのプロファイルは平坦となる。

しかも、小孔22群から流出する基板処理用ガスが、真上に向かう上昇気流 $F_U'$ によって形成されるエアカーテン内に閉じ込められ、基板Wのシリコン熱酸化膜に対する単位時間当たりの接触量が増えるため、エッチング処理が高速化される。

次に、基板処理室1の内周壁面とメカニカルチャック2とが離れている等のために、基板Wの回転に伴って発生した水平方向の気流Fが基板処理室1の内周壁面で跳ね返ることによる圧力変化が実質的に無視できる程度にしか無い場合について説明する。

例えば、回転速度でコントロールする場合、回転速度が低速 $V_L$ のときは、第5図の(a)に示すように、基板表面の基板処理用ガスに作用する遠心力が弱いので、一点鎖線L1で示すように、周辺部でも基板処理用ガスの気圧があまり高くない。そのため、小孔22から供給される基板処理用

は、第5図の(b)に示すように、基板表面の基板処理用ガスに作用する遠心力が適当な強さであり、一点鎖線L1で示すように、基板処理用ガスの気圧に対して、小孔22から供給される基板処理用ガスの流出圧(破線L2で示す)が有する圧力差は、半径方向どこでも均一であり、その結果、二点鎖線L3で示すように、基板表面に供給されてくる基板処理用ガスの単位面積当りの量は、 $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$ となり、これによって、基板Wにおいてシリコン熱酸化膜に対するエッチング処理を全面にわたって均一に行うことができ、そのプロファイルは平坦となる。

次に、回転速度 $V_M$ とガス流量を均一化処理する上での最速条件とがどのようにして定まるのかを実験によって調べてみた。以下に、その結果を報告する。

フッ化水素酸HFと純水 $H_2O$ との混合液の蒸発によって発生した混合蒸気を窒素ガス $N_2$ で希釈したものを供給源とし、その供給源の温度を25℃

18のチャンバー8に対する供給流量(5ℓ/min, 10ℓ/min, 15ℓ/min, 20ℓ/min)と、回転速度(10rpm ~ 1,000rpm)と、シリコン熱酸化膜のエッチングレート(Å/min)との関係を求めた。なお、各温度のフッ化水素ガス、水蒸気および窒素ガスの濃度比は、大気圧 760mmHgにおいて次のようになる。

第 1 表

温度℃	HF濃度%	H <sub>2</sub> O濃度%	窒素ガス濃度%
25	0.77	1.2	98.03
30	0.9	1.4	97.7
40	1.6	2.5	95.9
50	2.8	4.32	92.88

試料基板Wとして、約10,000Åの厚さのシリコン熱酸化膜が形成されている6インチのP型(100)シリコンウエハを用いた。

各温度でのエッチング処理の結果を第2表ないし第5表にまとめる。これらの表において、1段目はエッチングレート、2段目はレンジ(エッチング深さの最大値-最小値;単位Å)、3段目は

標準偏差σ(最大値-最小値)、4段目が面内均一性(Uniformity;%:直径方向において等間隔27点の位置における平均値)であり、このうち面内均一性が最も重要な指標となる。面内均一性は、(最大値-最小値)/2×平均値の絶対値として定義される。

(以下余白)

第 2 表 供給源の温度25℃の場合

流 量 ℓ/min	回 転 速 度 rpm											
	10	50	80	100	200	250	300	350	400	450	500	1000
5	778	1030	1092	1154	1353						1613	445
	794	450	265	124	689						1079	225
	235	148	94	43	204						341	63
	51.0	21.8	12.1	5.4	25.5						33.4	25.3
10	1218			1454	1623	1694	1758				1959	
	1254			481	123	336	642				1007	
	394			151	33	97	188				307	
	51.5			16.5	3.8	9.9	18.3				25.7	
15				1485	1662	1679	1666	1821			1586	1450
				949	322	211	266	195			716	542
				285	112	39	66	48			218	164
				32.0	9.7	6.3	8.0	5.4			22.6	18.7
20					1551		1400	1320	1276	1037	1140	1008
					386		97	178	224	308	228	344
					123		18	41	54	92	72	98
					12.4		3.5	6.7	8.8	14.9	10.0	15.6



第 3 表 供給源の温度 30℃ の場合

流 量 ℓ/min	回 転 速 度 rpm										
	10	50	80	100	200	250	300	350	400	500	1000
5	996	1223	1284	1346	1628						
	1042	620	265	110	833						
	312	203	92	39	242						
	52.3	25.3	10.3	4.1	25.6						
10	1233			1636	1788		2003			2266	2436
	1254			677	374		366			972	1160
	398			210	96		113			305	356
	50.9			20.7	10.5		9.1			21.4	23.8
15				1618	1756	1934	1935	2175			
				1146	573	236	126	279			
				330	151	79	41	94			
				35.4	16.3	6.1	3.3	6.4			
20	1507				1701		1966	2021	2032	2083	2445
	1547				684		185	174	132	431	1031
	474				222		63	51	40	123	308
	51.3				20.1		4.7	4.3	1.0	10.3	21.1

第 4 表 供給源の温度 40℃ の場合

流 量 ℓ/min	回 転 速 度 rpm												
	10	50	80	100	150	200	250	300	350	400	500	800	1000
5	1028	2019	2164	2201	2429	2905	3343	4017			3964		2845
	1356	897	694	308	528	1384	2154	2891			1937		484
	405	285	253	116	138	422	698	951			646		137
	66.0	22.2	16.0	7.0	10.9	23.8	32.2	36.0			24.4		8.5
10	1866			2539		3045	3244	3493			4902		5311
	2488			1200		258	88	383			1712		1290
	748			361		94	28	102			565		388
	66.7			23.6		4.2	1.4	5.5			17.5		12.1
15	2569			2613		3017	3087	3231	3565	4086	5678		7074
	3274			2034		908	531	259	184	607	890		1815
	957			570		311	185	81	55	134	295		561
	63.7			38.9		15.0	8.6	4.0	2.6	7.4	7.8		12.8
20				3119		3798		4556		5266	5922	6694	7422
				2510		1930		902		376	467	1213	1503
				671		597		325		118	159	409	489

第 5 表 供給源の温度 50℃ の場合

流 量 $\ell / \text{min}$	回 転 速 度 rpm										
	10	50	80	100	200	250	300	350	400	500	1000
5				4906							
				113							
				32							
				1.2							
10					5172	5395	5540	5924		6848	7768
					422	123	535	1198		2245	1936
					158	37	147	371		751	580
					4.1	1.1	4.8	10.1		16.4	12.5
15								6380			
								289			
								57			
								2.3			
20					5880		6339		6469		
					3187		1443		549		
					1005		505		168		
					27.1		11.4		4.2		

第2表～第5表で明らかなどおり、チャンパー8に対する各供給流量について、ある回転速度において面内均一性が極小となることが判る。すなわち、供給流量  $5 \ell / \text{min}$  の場合には  $100 \text{ rpm}$  で、 $10 \ell / \text{min}$  の場合には  $200 \sim 300 \text{ rpm}$  で、 $15 \ell / \text{min}$  の場合には  $250 \sim 350 \text{ rpm}$  で、 $20 \ell / \text{min}$  の場合には  $300 \sim 400 \text{ rpm}$  でそれぞれ極小となる。

第6図は、温度が  $30^\circ \text{C}$  の場合の回転速度 (rpm) と面内均一性 (%) との関係を示したものである。供給流量を決めれば、チャンパー8内における渦流の流速が決まり、回転中心から離れる外方側ほど流出圧がどれくらい高くなるかの程度が決まるので、その程度に適合するある特定の回転速度において面内均一性が極小となることが判る。

次に、 $40^\circ \text{C}$  で行ったエッチング処理後のシリコン熱酸化膜の断面プロファイルを各回転速度について調べたところ、第7図に示すような結果が得られた。このプロファイルは、供給流量が  $5 \ell / \text{min}$ 、 $10 \ell / \text{min}$ 、 $15 \ell / \text{min}$ 、 $20 \ell / \text{min}$  のと

回転速度が比較的低いときには周辺部が強くエッチングされるが、ある特定の回転速度になると面内均一性が最良となり、それ以上に回転速度が高くなると逆に中心部が強くエッチングされることが判る。つまり、第6図の曲線において極小値より左側では山状のプロファイルとなり、右側では谷状のプロファイルとなる。

さらに、 $40^\circ \text{C}$ 、 $10 \ell / \text{min}$  の条件で1分間のエッチング処理を行った場合の回転中心Oからの距離 (mm) とエッチング深さ (μ) との関係を調べ、その結果を第8図に示した。この場合、回転速度が  $250 \text{ rpm}$  のとき最良のプロファイルが得られることが判る。

また、第2表の面内均一性の極小値と回転速度との関係を第9図に示す。なお、この第9図において同一流量で温度を変えることによって面内均一性を得るためには、回転速度が温度に応じて大きくなっている。これは第1表のように、温度によるHF濃度の変化によるものと考えられる。

ン熱酸化膜に対するエッチングの面内均一性は、チャンバー8に対する混合蒸気の供給流量と基板Wの回転速度にのみ依存するという結論が得られる。

なお、チャンバー8内での混合蒸気の渦流の方向と、基板Wの回転方向との関係は、同一方向であっても、逆方向であっても同一結果が得られる。

ところで、注意すべきことは、これらのうちで最も悪いプロファイルの場合でも、第11図や第12図で示した従来例に比べれば充分に良好なプロファイルとなっているという点である。すなわち、回転速度の適正な設定は面内均一性を最良とする上で必要であるが、面内均一性を従来例に比べて改善するという意味では、基板Wの表面の基板処理用ガスに作用する遠心力によって基板Wの周辺部での基板処理用ガスの気圧が高くなるのに対して、小孔22から供給される基板処理用ガスの流出圧の分布がバランスするように、流出圧の分布を回転する基板Wの周辺部側ほど高くなるようにしていればよいということである。

$\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 等の混合蒸気であってもよい。また、基板処理用ガスは、例えば、オゾンガス等のように混合蒸気以外のガスでもよい。ガスの種類は限定されない。

なお、上記実施例においては、基板に対するエッチングを主として説明したが、本発明は、基板に対する表面洗浄や、基板に対する成膜処理にも適用可能である。

#### <発明の効果>

本発明の基板回転式表面処理装置によれば、整流板を基板の近くで、基板を覆うように配置し、整流板に形成したガス流出口から基板表面処理用ガスを供給するので、基板と整流板との間の空間は基板表面処理用ガスで満たし、しかも、整流板に形成したガス流出口からの基板表面処理用ガスの流出圧力を、基板の回転中心から離れる外方側ほど、すなわち、基板の周辺の方で高くするから、基板の回転に伴って、回転する基板表面の基板表面処理用ガスが遠心力を受け、その基板表面処理

## 第2実施例

第10図は、第2実施例の要部の断面図であり、チャンバー8の中央部に混合蒸気の流入口41が設けられるとともに、そのチャンバー8の下面と多孔板23とで形成される空間S内に邪魔板42が設けられている。

邪魔板42の周辺側に、通気孔43が設けられている。

この構成により、空間S内に流入された混合蒸気が邪魔板42によって外周側に流動し、一部の混合蒸気が通気孔43を流れ、多孔板23の中心側ほど、その位置まで流れてくる際の流動抵抗を強く受けるので、基板Wの回転中心から離れる側の小孔22ほど大きな流出圧力で混合蒸気を流出できるようになっている。

上述実施例における混合蒸気としては、フッ化水素ガスHFと水 $\text{H}_2\text{O}$ との混合蒸気の他に、塩酸HClと水 $\text{H}_2\text{O}$ との混合蒸気、フッ化水素ガスHFと水 $\text{H}_2\text{O}$ とエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ との混合蒸気、 $\text{HF} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 、

のとバランスし、基板表面への単位面積当りの基板表面処理用ガスの供給量は、基板表面全面において均一となり、基板の回転中心から遠近する方向に関しても均一な処理を行うことができる。

したがって、基板を回転させるにもかかわらず、基板表面への単位面積当りの基板表面処理用ガスの供給量が均一となり、回転することによって達成される基板の間方向における処理の均一性の向上と、回転中心から遠近する方向における処理の均一性の向上との相乗効果によって、基板表面に対して均一に表面処理を行うことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第10図は本発明の実施例に係り、第1図は、第1実施例の基板回転式表面処理装置の断面図、第2図は、チャンバーの半断面の斜视图、第3図は、多孔板を取り除いた状態のチャンバーの一部破断の底面図、第4図は、基板処理室の内周面壁面からの跳ね返りの影響を受ける場合の回転速度と流出流量との関係を示す動作説明図、

りの影響を受けない場合の回転速度と流出流量との関係を示す動作説明図、第6図は、回転速度と面内均一性との関係を示すグラフ、第7図は、各回転速度でのシリコン熱酸化膜の断面プロファイルの図、第8図は、回転中心からの距離とエッチング深さとの関係を示すグラフ、第9図は、回転速度と流量と温度との関係を示すグラフ、第10図は、第2実施例の要部の断面図である。

第11図は従来装置の構造と断面プロファイルとを示す図、第12図は別の従来装置の構造と断面プロファイルとを示す図である。

W…基板

1…基板処理室

2…メカニカルチャック

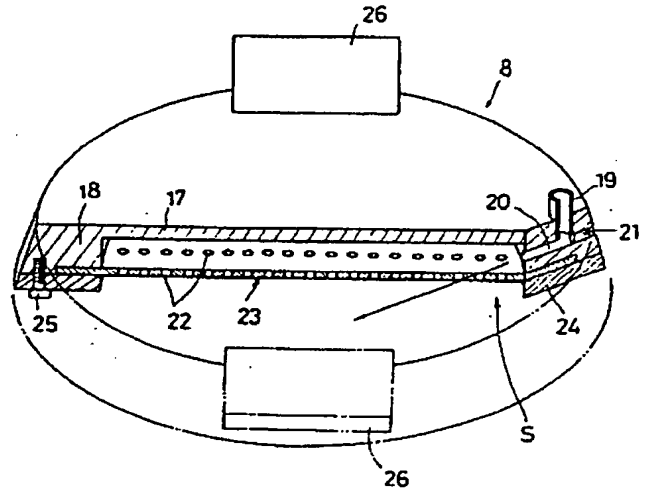
22…ガス流出口としての小孔

23…整流板としての多孔板

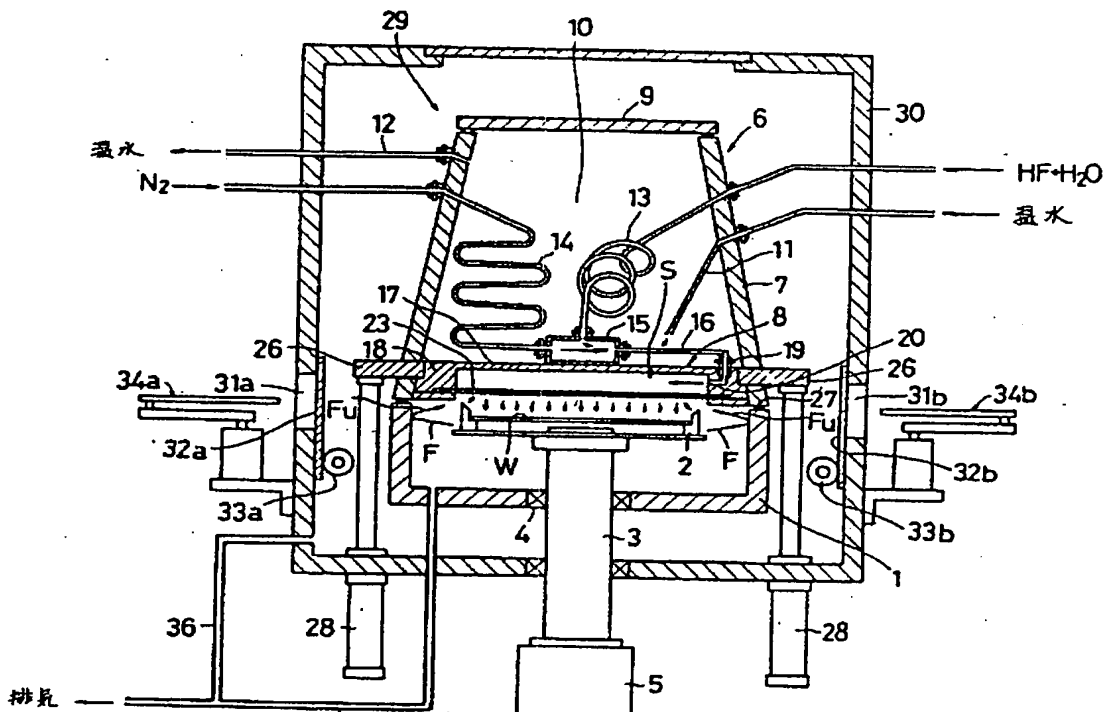
出願人 大日本スクリーン製造株式会社

代理人 弁理士 杉 谷 勉

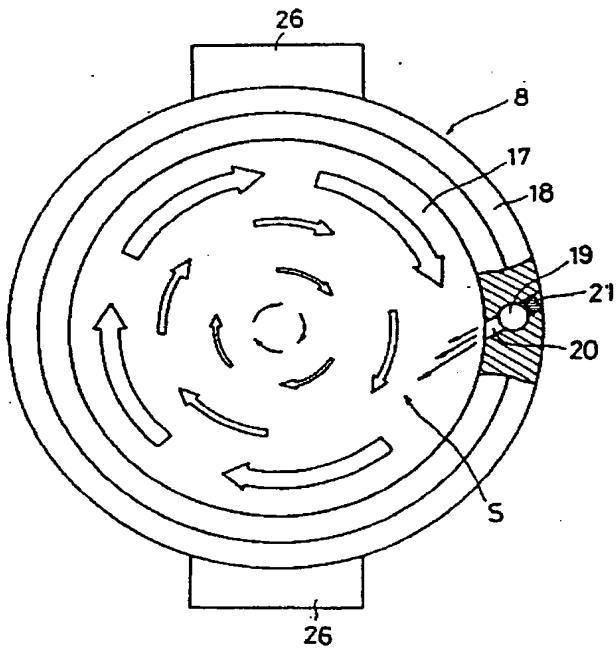
第 2 図



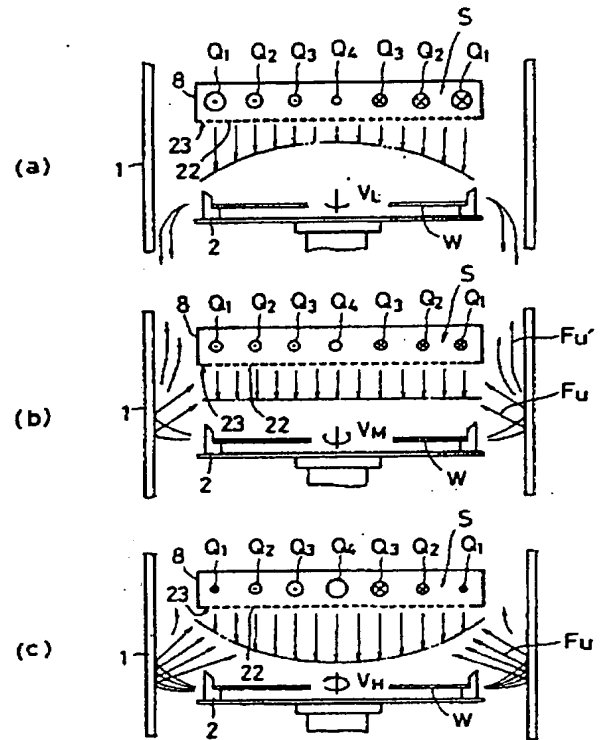
第 1 図



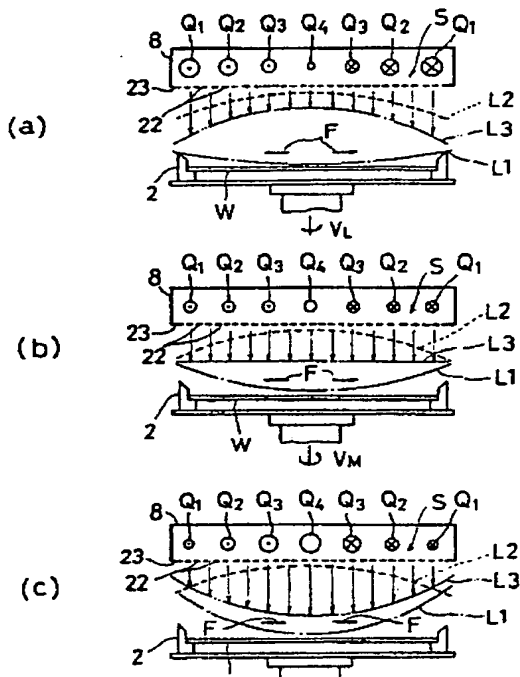
第 3 圖



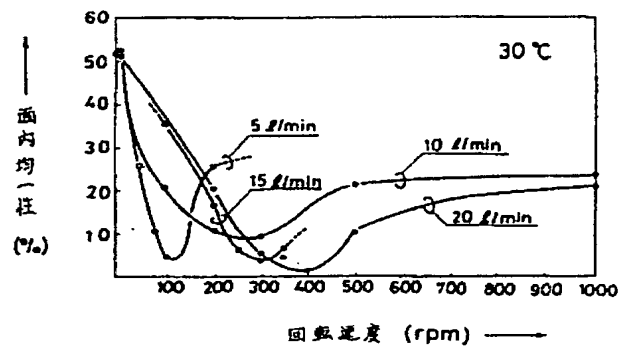
第 4 圖



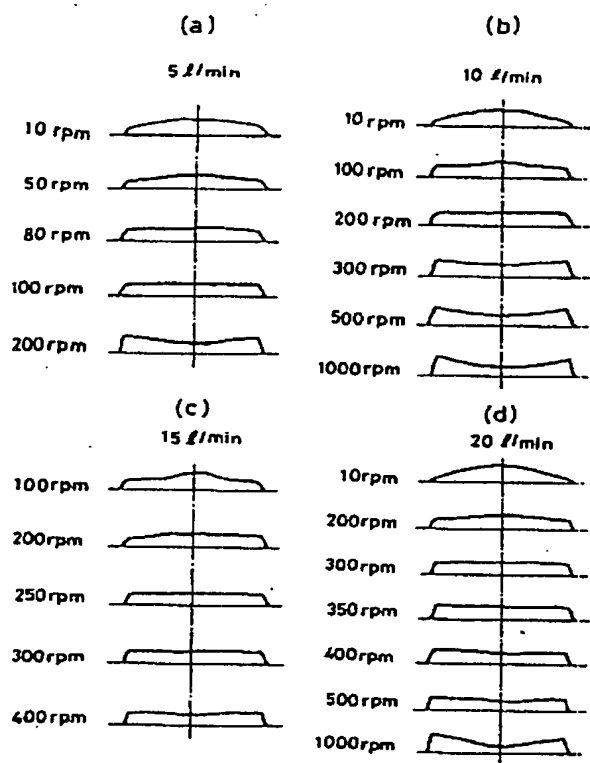
第 5 圖



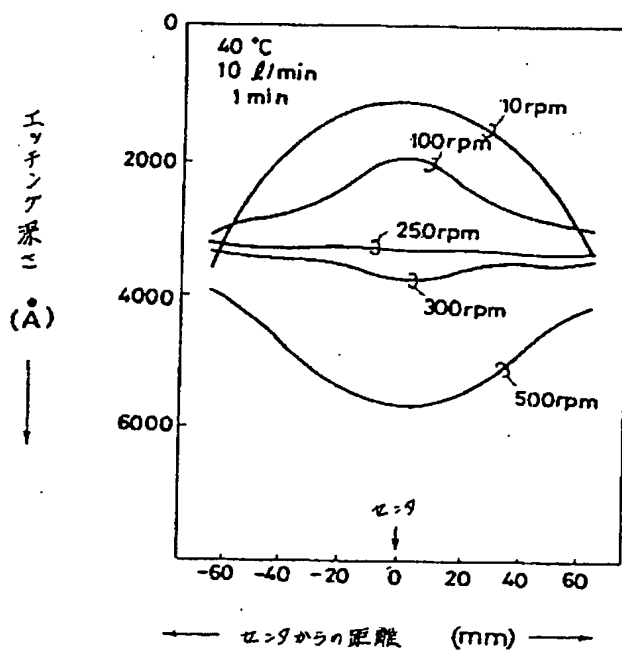
第 6 圖



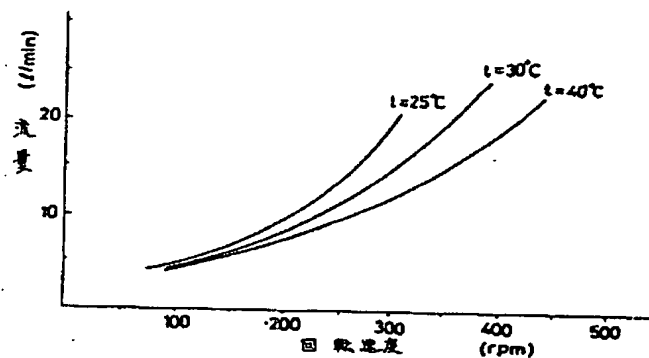
第 7 図



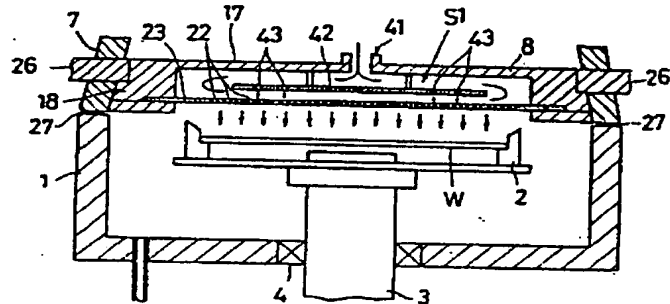
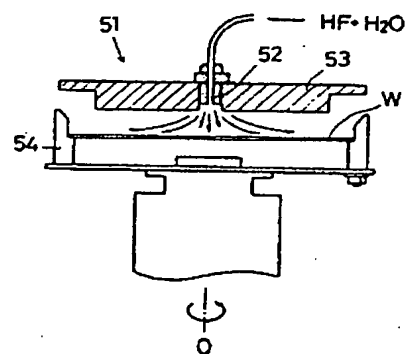
第 8 図



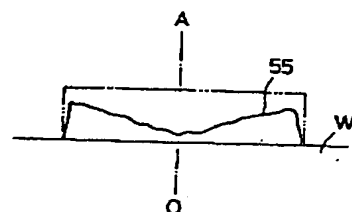
第 9 図



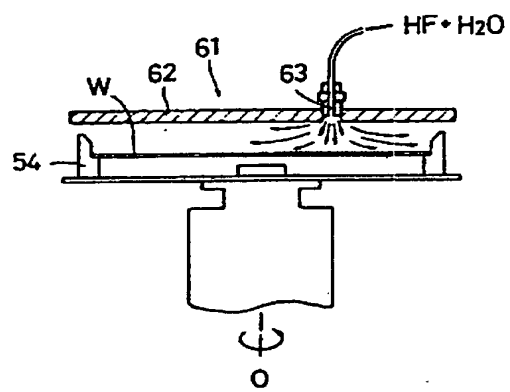
第 10 図


第 11 図  
(a)


(b)



第 12 図  
(a)



(b)

